

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-107240
(43)Date of publication of application : 10.04.2002

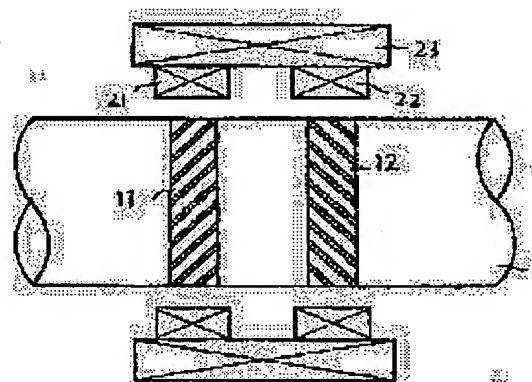
(51)Int.Cl. G01L 3/10

(21)Application number : 2000-297018 (71)Applicant : HITACHI METALS LTD
HITACHI METALS KIKO CO LTD
(22)Date of filing : 28.09.2000 (72)Inventor : SAGARA TAKEHIKO
YAMASHITA KEITARO

(54) TORQUE TRANSMISSION SHAFT AND TORQUE SENSOR USING IT**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a shape of a torque transmission shaft and durability and strength of a magnetostrictive layer in a magnetostrictive detection body.

SOLUTION: In this torque transmission shaft, at least its surface part is formed of a material transformed from a ferromagnetic one into a non-magnetic or feebly magnetic one when it is cooled after heated. A feebly magnetic part provided in the torque transmission shaft is formed when the surface part is locally heated and then cooled down.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-107240

(P2002-107240A)

(43) 公開日 平成14年4月10日 (2002.4.10)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 L 3/10

識別記号

F I

G 0 1 L 3/10

テマコト* (参考)

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願2000-297018 (P2000-297018)

(22) 出願日 平成12年9月28日 (2000.9.28)

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(71) 出願人 393027383

日立金属機工株式会社

群馬県多野郡吉井町多比良2977番地

(72) 発明者 相良 武彦

群馬県多野郡吉井町多比良2977番地日立金属機工株式会社内

(72) 発明者 山下 恵太郎

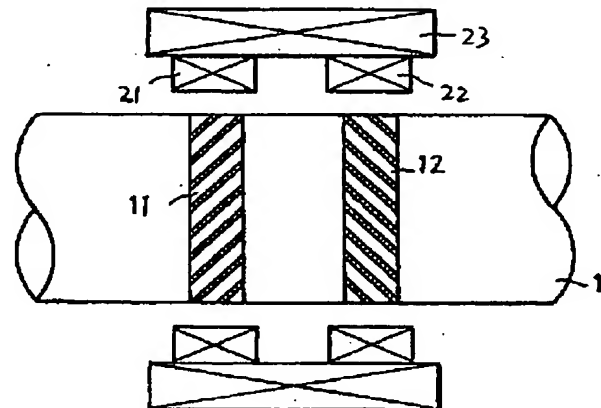
群馬県多野郡吉井町多比良2977番地日立金属機工株式会社内

(54) 【発明の名称】 トルク伝達軸およびそれを用いたトルクセンサ

(57) 【要約】

【課題】 従来提案されている磁歪検出体ではトルク伝達軸の形状的な面および磁歪層の耐久性・強度に問題があり、その改良が望まれていた。

【解決手段】 加熱後冷却することにより強磁性から非磁性ないし弱磁性に変態する材料で少なくともその表面部が形成され、該表面部を局所加熱後冷却して形成される非磁性部ないし弱磁性部を有するトルク伝達軸。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加熱後冷却することにより強磁性から非磁性ないし弱磁性に変態する材料で少なくともその表面部が形成され、該表面部を局所加熱後冷却して形成される非磁性部ないし弱磁性部を有することを特徴とするトルク伝達軸。

【請求項 2】 前記強磁性部は最大透磁率が 200 以上であり、前記非磁性部ないし弱磁性部は透磁率が 2 以下であることを特徴とする請求項 1 記載のトルク伝達軸。

【請求項 3】 前記強磁性部と前記非磁性部ないし弱磁性部とはトルク伝達軸に対して約 45 度の角度であり且つ周方向に縞状にパターン化されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のトルク伝達軸。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のトルク伝達軸と、前記表面部の磁気的変化を検出する磁気変化検出手段とを有することを特徴とするトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は加えられたトルクによりその表面の磁気特性が変化するトルク伝達軸に関するものである。また本発明はトルク伝達軸に加えられたトルクにより磁性膜の磁気特性が変化することを利用してトルクを非接触で検出するトルクセンサに係わり、特に自動車、工作機、ロボットなどの回転軸のトルクを検出するのに好適なトルクセンサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 回転軸に加えられたトルクを正確に検出することが、特に自動車、工作機、ロボット等の技術の中に求められている。この場合検出体が接触しない非接触方式が適している。非接触方式のトルクセンサとしては次の 2 方式に大別される。すなわちトーションバーの両端に設けられた一対のロータリーエンコーダの出力の位相差から振れの角度を検出するエンコーダ方式、および回転軸の表面に歪により誘起される磁気特性の変化を検出する逆磁歪効果による磁気歪み方式である。エンコーダ方式は、トーションバーの振れの角度を検出するので、通常、軸の一部を細くし、ひずみを大きくする。このため、容易に応力限界を越えやすく信頼性に乏しい。一方、磁気歪み方式は、トルク伝達軸の表面に磁気歪効果をもつ磁性部を有しその外周部にソレノイドコイルを配したものが一般的で、その最大の特長は回転対称構造のため、軸の回転が特性に影響を与えない事である。またトーションバーを用いないで構成出来るためトルクの許容検出範囲は広い。

【0003】 磁歪方式のトルクセンサは、特許第 169326 号で提案されているように磁歪効果を有する強磁性体の回転軸表面の 2 箇所に互いに相反する方向に 45 度の螺旋溝を掘って、その形状効果により差動構造を付与する方法がある。このような差動構造により回転トルクの正負方向と大きさを検出することが出来る。

【0004】 この公知技術から派生して今まで多くの提案がなされているが、センサの信頼性と耐久性に関しては、磁歪部を有する回転軸の状態で決定されるため課題が残されていた。この点に関して前記提案では、繰り返し応力が負荷される用途の場合は、溝部の形状的な切り欠き効果により、トルク伝達軸が応力破断に至り易い。溝部を形成しないトルクセンサの一例として例えば特許第 2512552 号にて提案のごとく軸体に捻りトルクを負荷して引張歪を発生させたままの状態、この軸の表面に、ショットピーニングによってさらに引張歪を生じさせて、前記捻りトルクにもとづく引張主応力の方向の引張歪の合計を、軸体の材料の引張降伏時の歪みより大きくして疲労強度を高めた提案がなされている。しかしながら、引張歪を生じさせたまま、ショットピーニングを行うのは極めて生産性が悪いと言う問題があった。

【0005】 トルク伝達軸に溝部を形成しないトルクセンサの別の一例として、磁歪層を付加する方法も提案されている。例えば特許第 2710165 号および特許第 2965628 号である。この例では、トルク伝達軸表面に磁歪を有する非晶質合金膜をメッキ法やスパッタ法とにより形成し、例えばレーザビームを照射して加熱し磁気異方性を導入したものである。この例ではトルク伝達軸とは別途にその表面に非晶質合金膜を形成している。この場合、繰り返し応力が加わる用途ではトルク伝達軸から非晶質合金膜が剥がれ易く、特に自動車等の高信頼性を要する用途では致命的な問題となる恐れがあった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来より剛体のねじりにより発生する歪をストレインゲージの電気抵抗変化や高透磁率のアモルファス箔の薄帯の変形による見かけ上の透磁率を検出して測定するトルクセンサが用いられてきたが構造的に信頼性に乏しくさらに高寿命で高信頼性のトルクセンサが望まれている。このように、従来提案されている磁歪検出体ではトルク伝達軸の形状的な面および磁歪層の耐久性・強度に問題があり、その改良が望まれていた。本発明の目的は、繰り返し応力に対してもトルク伝達軸から磁歪部が剥がれる事が無く安定した出力特性を示すトルク伝達軸およびこのトルク伝達軸を用いたトルクセンサを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 そこで本願発明の第一の発明は、加熱後冷却することにより強磁性から非磁性ないし弱磁性に変態する材料で少なくともその表面部が形成され、該表面部を局所加熱後冷却して形成される非磁性部ないし弱磁性部を有するトルク伝達軸を提供するものである。前記強磁性部は最大透磁率が 200 以上であり、前記非磁性部ないし弱磁性部は透磁率が 2 以下であることが好ましい。また、前記強磁性部と前記非磁性部ないし弱磁性部とはトルク伝達軸に対して約 45 度の角

度であり且つ周方向に縞状にパターン化されていることが好ましい。第二の発明は、前記のトルク伝達軸と、前記表面部の磁気的変化を検出する磁気変化検出手段とを有するトルクセンサを提供するものである。

【0008】上記課題を解決するため本発明は、そのトルク伝達軸は、トルクが印加された際に振れを生じる面の少なくとも一部を複合磁性材料で形成した。複合磁性材料は加熱後冷却することにより結晶組織が非磁性に相変態変化し、強磁性から非磁性ないし弱磁性に変態する高合金鋼のことである。これにより表面が滑らかであり、応力集中個所がないため、耐久性にすぐれたトルクセンサを得ることができる。

【0009】複合磁性材料の例としては、特開平9-157802号に開示されている、単一材料からなるNiを含有するマルテンサイト系ステンレス鋼からなり、強磁性部と非磁性部又は弱磁性部（以下、弱磁性部と総称して記す）とを有し前記強磁性部は最大透磁率200以上、保磁力2000A/m以下で、前記弱磁性部は透磁率2以下である複合磁性材料が好適に使用できる。更にこの複合磁性材料はMs点（非磁性オーステナイトが強磁性マルテンサイトに変わり始める温度）を -30°C 以下とすることにより温度に対して安定した実用的な材料となる。この複合磁性材料はNiを含有し強磁性組織を有するマルテンサイト系ステンレス鋼を部分的にオーステナイト変態温度以上に加熱した後急冷して該加熱急冷部をオーステナイト組織として作製することができる。

【0010】別の複合磁性材料の例として、特開平9-228004号に開示されている、質量%でC:0.35~0.75%、Cr:10~16%、Mn:2%を超え7%以下、N:0.01~0.05%、Si、Alの1種若しくは2種を2%以下含有し残部実質的にFeからなる組成を有し、かつ最大透磁率200以上の強磁性部と、オーステナイト組織を主体とする透磁率2以下の非磁性部とからなる複合磁性材料が好適に使用できる。この複合磁性材料は質量%でC:0.35~0.75%、Cr:10~16%、Mn:2%を超え7%以下、N:0.01~0.05%、Si、Alの1種若しくは2種を2%以下含有し残部実質的にFeからなる組成を有する素材を焼鈍し最大透磁率200以上の強磁性部を得た後、該強磁性組織の一部をオーステナイト変態温度以上に加熱した後、冷却してオーステナイト組織を残留させ非磁性部を得ることにより作製することができる。

【0011】さらに他の複合磁性材料の例として、特開2000-104142号に開示されている、Alを0.1~5.0%の範囲で添加したFe-Cr-C系の合金鋼を適用し、最大透磁率400以上の強磁性部と、透磁率2以下の非磁性部とからなる複合磁性材料が好適に使用できる。強磁性部は粒径 $0.1\mu\text{m}$ 以上の炭化物個数が $100\mu\text{m}^2$ の面積中に50個以下、且つ該炭化物個数に対する粒径 $1.0\mu\text{m}$ 以上の炭化物個数の割合が15%以上に調整されていることが好ましい。この複合磁性材料の強磁性部は、Alを0.1~

5.0%の範囲で添加したFe-Cr-C系の合金鋼を 1100°C 以下で熱間加工した後、A3変態点以下で少なくとも一回焼鈍することにより作製することができる。この複合磁性材料の非磁性部は、前述の様に作製した強磁性部の一部を 1050°C から溶融温度の温度範囲で加熱後、急冷することにより作製することができる。

【0012】本発明の強磁性体の表面部に部分的に弱磁性部を形成する加熱手段は、加熱可能なエネルギービームであれば特に限定されない。たとえばYAGレーザやCO₂レーザなどのレーザビームや赤外線ビームなどが挙げられる。エネルギービームを照射する際には、そのスポットを連続的に走査して加熱処理部を線状とするか、非連続に走査して点状としても良い。またそのスポットは所定の方向に沿って、所定の間隔を隔てて走査するが、その角度については、トルク伝達軸が振れにより表面部に発生する応力歪の引張ないし圧縮方向である ± 45 度、ないし -45 度方向と同一なしい直角方向である事が望ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明をその実施例を示す図面に基づいて説明する。第1図は本発明の実施例を示す模式図である。第1図において、1はトルク伝達軸である、単一材料からなる強磁性体であり、加熱・冷却することにより非磁性または弱磁性となる前述した複合磁性材料からなる直径20mmの材料である。この複合磁性材料は質量%でC:0.60%、Si:0.21%、Cr:13.52%、Ni:0.5%、Mn:6.1、N:0.02%、残部実質的にFeからなる組成を有する素材を焼鈍し最大透磁率300とした強磁性材料である。このトルク伝達軸の表面にビーム径 $100\mu\text{m}$ のYAGレーザビームを軸に対して、11では ± 45 度、12では -45 度の方向に1mmピッチでスキャンしながら照射することにより強磁性組織の一部をオーステナイト変態温度以上に加熱した後、冷却してオーステナイト組織を残留させて最大透磁率1.01の非磁性部を得る。この様にして強磁性部と弱磁性部とからなる縞状パターン11、12が幅10mmで全周にわたり形成される。レーザビームのエネルギー強度は、加熱処理個所が非磁性ないし弱磁性となり、加熱を受けなかった個所が元の強磁性のままとなるように、適宜照射強度を選ぶ。この照射により、強磁性と非磁性ないし弱磁性とがシェブロン状に交互に配列され形状的な磁気異性が付与された構造となっている。

【0014】また軸1の外周には非接触の状態では1および12の部分には円筒状の検出用のソレノイドコイル21、22が施されている。そのコイルの巻き数は100回である。また21、22とを同時に励磁するソレノイドコイル23が配されその巻き数は300回である。

【0015】第2図は、トルク伝達軸1の表面部の磁気的変化を検出する磁気変化検出手段の回路構成を示すブロック図である。第2図において、発振器31にて10

0kHzの正弦波励磁電流を発生させ、励磁コイル23に印加する。この結果、シェブロン状の熱処理箇所11、12には交番磁界が加わる。そしてトルク伝達軸に振れトルクを印加すると、シェブロン状の熱処理箇所の強磁性体部11と12に引張と圧縮歪が加わるため、透磁率に変化し、検出用のソレノイドコイル21、22に誘導される電圧はそれぞれ異なる値を示す。そして得られた検出信号は増幅器31、32、および差動増幅器33を介して同期検波器34にて整流されて、トルク変化に応じた直流のトルク信号が得られる。トルク伝達軸に方向の異なるトルク $\pm 10 \text{ kg}\cdot\text{m}$ を繰り返し与え続けたがトルク伝達軸から磁性体層が剥がれることは無かった。またトルク伝達軸には亀裂等の異常も認められなかった。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、トルク伝達軸自体が磁気歪効果を持ち且つ加熱冷却により弱磁性部を形成でき

る複合磁性材料で形成されるので、トルク伝達軸表面に別途に磁性体層を固定する必要がなく、トルク伝達軸に差動構造を付与するための溝加工を施す必要もない。したがってトルク伝達軸に繰り返し応力に対してもトルク伝達軸から磁性体層が剥がれる事が無く安定した出力特性を示すトルク伝達軸およびこのトルク伝達軸を用いたトルクセンサを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例を示す模式図である。

【図2】本発明のトルクセンサの磁気変化検出手段の回路構成を示すブロック図である。

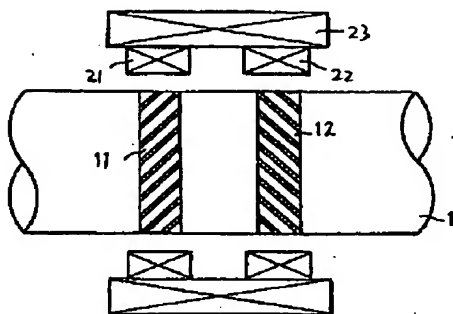
【符号の説明】

1…トルク伝達軸、

11、12…強磁性部と弱磁性部とからなる縞状パターン

21、22、23…ソレノイドコイル

【図1】



【図2】

